

## PRIMER FORO SOBRE EL PLAN DE RENOVACIÓN INSTITUCIONAL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

### *dossier*

El viernes 30 de julio del presente año se llevó a cabo el Encuentro de Profesores de la Facultad de Ingeniería, convocado por la Decanatura para la presentación de ideas e iniciativas de los miembros de la facultad con respecto al proyecto de renovación iniciado hace un año y para realizar una presentación de los avances del mismo. El llamado a presentación de trabajos estuvo abierto por más de un mes y se presentaron once trabajos de los diferentes departamentos. Durante el evento, al que asistieron más de cincuenta profesores, se contó adicionalmente con una intervención de José Rafael Toro, Vicerrector Académico, y del Profesor Hans Meter.

En este Dossier presentamos los trabajos, que a juicio de sus autores, podían publicarse. Las páginas de la revista quedan abiertas para recibir las contribuciones faltantes en el momento en que las circunstancias lo permitan.

Los trabajos presentados fueron los siguientes:

"La investigación y los posgrados en la facultad de Ingeniería"

Alain Gauthier, Roberto Bustamente, Angela Cadena

"Maestría Profesionalizante"

Alberto García

"Formar ingenieros: un asunto de tradición o de ciencia"

Mauricio Duque  
Tiberio Hernández

"Algunos aspectos sobre la manera en la que las formas de calificación inciden en la promoción de autonomía"

Andrés Mejía

"Soporte al trabajo interdisciplinario: el caso del centro de visualización y telecolaboración"

Pablo Figueroa

"Desarrollo de equipos de laboratorios como apoyo docente"

Edgar Vargas  
Carlos F. Rodríguez

"Reflexión sobre las habilidades y competencias en computación de los ingenieros civiles y ambientales y otros diferentes a ingenieros de sistemas"

Luis Alejandro Camacho

"Formación de profesores"

Hans Peter

"Proyecto de Renovación Facultad de Ingeniería – Infraestructura"

Bernardo Caicedo

"La promoción del pensamiento crítico en Ingeniería"

Andrés Mejía  
Roberto Zarama

"Estado de avance del proyecto Capital Humano"

Miguel Quintero  
Ernesto Lleras  
Claudia Jiménez  
Andrés Valderrama

"Relación ingeniería, biología y medicina: lineamientos generales en este campo para la actividad académica de la facultad de ingeniería de la Universidad de Los Andes"

Marcela Hernández  
Juan Carlos Briceño  
Elsa Nieto  
Antonio Salazar  
Diana Tabima  
José Tiberio Hernández  
Ana Carolina Valenzuela

# RELACIÓN INGENIERÍA, BIOLOGÍA Y MEDICINA: LINEAMIENTOS GENERALES EN ESTE CAMPO PARA LA ACTIVIDAD ACADÉMICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

## I. INTRODUCCIÓN

Desde finales de la década de los 60 se iniciaron trabajos de investigación en el departamento de Ingeniería Mecánica empleando herramientas de Ingeniería para innovar en temas médicos. Este trabajo interdisciplinario médico – “ingenieril” ha continuado hasta el presente enmarcado dentro del Grupo de Ingeniería Biomédica (GIB) con la interacción de ingenieros (civiles, eléctricos y electrónicos, químicos, mecánicos y de sistemas) con médicos de diferentes áreas. El GIB no es el único grupo interesado en esta área en la universidad, actualmente otros centros y grupos tales como: el Laboratorio de Genética Humana, el CIMIC (Centro de Investigaciones Microbiológicas), el CIMPAT (Centro de Investigación en Microbiología y Parasitología Tropical) y el CIBI (Centro de Investigaciones en Bioquímica) trabajan de forma interdisciplinaria en el tema.

El requerimiento de abordar este campo del saber con enfoque interdisciplinario justifica la necesidad de brindar una formación académica que facilite, apoye y mantenga la interacción entre las áreas de Ingeniería, Biología y Medicina. Hasta el momento, se han concebido diferentes alternativas para llevar a cabo esta formación: la creación de una Opción en Bioingeniería para pregrado, la creación de un nuevo pregrado en Bioingeniería y la creación de espacios de posgrado (la Maestría en Ciencias Biomédicas y el programa de doctorado en Ingeniería dentro del GIB existen desde el 2002. Cada una de estas

tres alternativas puede ser analizada con diferentes perspectivas temporales desde el punto de vista de la universidad.

El propósito de este artículo es presentar la primera de estas alternativas: la opción de pregrado en Bioingeniería. A continuación se expondrán: los factores que motivaron la creación de esta opción, los objetivos principales del programa, las líneas académicas y de investigación incluidas dentro de la opción, la estructura académica y la articulación con los programas de pregrado en Ingeniería, Física, Matemáticas, Biología y Medicina.

## II. MOTIVACIÓN

La motivación para crear la opción de pregrado en Bioingeniería es de carácter externo e interno.

### A. Externa

- Entorno en Servicios de Salud: la necesidad de desarrollar soluciones tecnológicas a problemas locales, expresada por parte de instituciones nacionales del área de la salud.
- Tendencia mundial hacia *biology-based engineering*.
- La posibilidad de realizar contactos con empresas de desarrollo tecnológico en el área y la de contribuir en la creación y crecimiento de dichas empresas.
- Otorgar visibilidad y coherencia a la actividad académica de la universidad en este tema.
- Aumentar las posibilidades de acceder a financiación nacional e internacional.

Marcela Hernández Hoyos, Juan Carlos Briceño, Elsa M. Nieto, Antonio Salazar, Ana Carolina Silva, Diana M. Tabima, Jorge Torres, José Tiberio Hernández  
Grupo de Ingeniería Biomédica  
ingbiomedica@uniandes.edu.co  
Facultad de Ingeniería - Universidad de los Andes

**B. Interna**

- Interés de profesores por temas afines y curiosidad por temas de biotecnología.
- Trayectoria del Grupo de Ingeniería Biomédica.
- Masa crítica de profesores en áreas afines.
- Existencia de actividades docentes y de investigación conjuntas con la Facultad de Ciencias.
- Apertura de la Facultad de Medicina.
- Interés de agrupar y dar coherencia al crecimiento y desarrollo del área en la universidad.

**III. OBJETIVOS DEL PROGRAMA**

- Brindar a estudiantes de Ingeniería, Biología, Medicina y otras carreras, habilidades para entender los desafíos actuales y los avances de la investigación en Bioingeniería con un enfoque inter y multidisciplinario.
- Generar un espacio para producir y manejar conocimiento enfocado a la solución de los problemas de Bioingeniería en el país.
- Capacitar profesionales en el uso de herramientas de análisis de Ciencias Básicas, de la Salud y de Ingeniería, en problemas biológicos y médicos.
- Estimular el conocimiento de tecnologías avanzadas y su aplicación en el área de Bioingeniería.

**IV. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DO-****CENCIA**

La opción ha sido dividida en cinco líneas de investigación y docencia (Fig. 1).

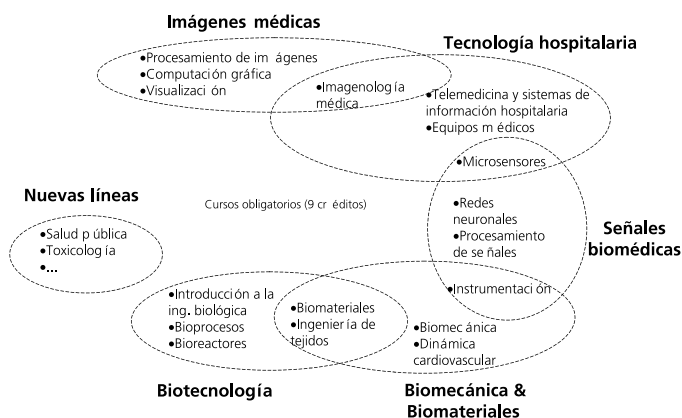
- Imágenes Médicas
- Tecnología Hospitalaria
- Señales Biomédicas
- Biomecánica y Biomateriales
- Biotecnología

**A. Imágenes médicas**

Las imágenes médicas son utilizadas cotidianamente en la clínica para establecer un diagnóstico, escoger o hacer seguimiento a una acción terapéutica. Estas imágenes provienen principalmente de la tomografía (rayos X) o scanner, de la resonancia magnética o IRM y del ultrasonido o ecografía. A pesar de que estas imágenes proveen información sobre la morfología y el funcionamiento de los órganos, su interpretación objetiva y cuantitativa es una tarea aún difícil de realizar. Esto constituye un dominio de investigación multidisciplinario en el cual la medicina, la informática, las matemáticas aplicadas y la física se asocian a fin de construir nuevas herramientas de ayuda al diagnóstico y a la planeación y seguimiento terapéutico, basadas en un análisis automático de imágenes médicas.

El objetivo de esta línea es formar profesionales capaces de crear ayudas informáticas al diagnóstico médico con énfasis en el análisis, procesamiento,

Figura 1. Líneas de la Opción en Bioingeniería



generación, visualización y manipulación de imágenes médicas.

Los cursos electivos de esta línea son los siguientes:

*1. Procesamiento de imágenes:*

Este curso introduce el tema de procesamiento y análisis de imágenes por computador como punto de entrada en la búsqueda de aplicaciones de estas técnicas a problemáticas locales. Se pretende que el estudiante logre adquirir un conocimiento de los conceptos y las técnicas básicas de procesamiento de imágenes y del trabajo de análisis que se puede lograr con ellas. Dentro del marco de la Opción en Bioingeniería, el objetivo es desarrollar criterios sobre la aplicabilidad de estas técnicas a un problema particular en las áreas de Biología y Medicina.

*2. Visualización:*

Este curso introduce el tema de visualización como herramienta de exploración, análisis y presentación de información compleja, entendida esta última como aquella extraída de grandes volúmenes de datos o información multidimensional que requiere de una representación gráfica para ser analizada. Este es el caso de la información generada y/o manipulada en estudios biológicos y médicos.

*3. Computación gráfica:*

El objetivo de este curso es el estudio de conceptos, métodos y algoritmos que permitan la visualización “realista” en computador de modelos (objetos) bidimensionales y tridimensionales. El propósito es asimilar la construcción de modelos de objetos

simples y compuestos, estáticos y dinámicos, sobre los cuales se pueda aplicar la teoría de visualización en computador.

**A. Tecnología Hospitalaria**

El ejercicio de la medicina actual se soporta ampliamente en tecnologías de punta, por lo cual se imponen grandes retos a la comunidad científica, en cuanto a mejoramiento de las técnicas hospitalarias y de la misma aplicación médica. El objetivo de esta línea es formar profesionales que conozcan muy bien las técnicas aplicadas en las distintas disciplinas médicas, lo cual les permitirá proponer soluciones o propuestas innovadoras.

Los cursos de esta línea son los siguientes:

*1. Telemedicina y sistemas de información hospitalaria*

Este curso está enfocado a la enseñanza del uso de nuevas tecnologías de la información y comunicaciones, para lograr mejorar la atención en salud y cobertura del servicio de salud. Se busca igualmente que el estudiante entienda las posibilidades y limitaciones de su implantación.

*2. Imagenología médica:*

Este curso brinda al estudiante una visión general de los principios físicos, de las tecnologías existentes y de la aplicación médica y su relación con los equipos de imagenología médica más utilizados: Radiología convencional y tomografía plana, Tomografía Axial Computarizada (TAC), Resonancia Magnética Nuclear, Ultrasonido, Medicina Nuclear, Patología, Dermatología y ORL.

### 3. Equipos médicos:

Este curso sienta las bases técnicas de las tecnologías utilizadas a nivel hospitalario: cirugía, cuidados intensivos, apoyo diagnóstico, rehabilitación, entre otros.

#### A. Señales biomédicas

En esta línea se estudian e investigan los procesos eléctricos involucrados en el funcionamiento de diversos órganos del cuerpo humano, cerebro, corazón y músculo entre otros, así como los efectos de la aplicación de corrientes y potenciales eléctricos a dichos órganos.

Igualmente se estudian y analizan las señales eléctricas producidas por estos órganos, utilizando métodos de detección y procesamiento que involucran desarrollo de hardware y software específicos a cada señal y órgano que la produce.

Los cursos electivos de esta línea son los siguientes

#### 1. Microsensores:

En este curso se presentan los elementos que componen sensores de tamaños en la escala microscópica, algunos de los cuales pueden ser introducidos en el cuerpo humano.

#### 2. Redes neuronales:

Este curso presenta una metodología computacional basada en un modelo de funcionamiento de neuronas y la interacción entre ellas. Estas redes pueden ser entrenadas para encontrar patrones de comportamiento de parámetros de diversa índole.

### 3. Procesamiento de señales:

Este curso tiene como objetivo presentar herramientas matemáticas y computacionales para el análisis de señales eléctricas provenientes de diversos órganos, particularmente cerebro, corazón y músculo.

#### A. Biomecánica y Biomateriales

El estudio del cuerpo humano se ve beneficiado por la descripción de sus sistemas como modelos mecánicos.

El objetivo de esta línea de investigación es el estudio de la estructura y función de los sistemas biológicos utilizando los métodos de la mecánica. Este estudio está encaminado al desarrollo de ayudas en el diagnóstico y tratamiento de patologías en especialidades afines (ortopedia, cardiología, cirugía cardiovascular, rehabilitación).

Los cursos electivos de esta línea son los siguientes:

#### 1. Biomecánica:

El curso busca mostrar la relación directa entre el sistema oseo-muscular y la mecánica y los métodos utilizados para el estudio del movimiento humano.

#### 2. Dinámica Cardiovascular:

El objetivo de la dinámica cardiovascular es estudiar las propiedades físicas de la sangre, el corazón, las venas y las arterias, la relación de estas propiedades con los fenómenos que se observan en la circulación y la aplicación de los resultados en la investigación de la fisiología y patología cardiovascular y en su diagnóstico y tratamiento

### 3. *Biomateriales:*

El curso combina los principios de la ciencia de materiales y biología celular, introduciendo los materiales utilizados en Medicina, presentando las propiedades y los tipos más representativos. Estudiará las generalidades biológicas del ambiente al que serán expuestos estos materiales, la respuesta fisiológica del ambiente al material y la influencia del ambiente en las propiedades, químicas, bioquímicas y mecánicas del material. Se mostrarán algunas aplicaciones de los materiales en la medicina para el diseño de dispositivos e implantes.

### 4. *Instrumentación Biomédica:*

El objetivo de este curso es presentar al estudiante los principios de funcionamiento y utilización de los equipos utilizados en medicina.

#### A. Biotecnología

La utilización y manipulación de organismos vivos para beneficio del ser humano mediante la aproximación de las ciencias básicas y la ingeniería, se conoce como Biotecnología. El objetivo de esta línea de investigación es desarrollar metodologías de producción que permitan explotar una característica específica de un organismo para aplicaciones técnicas.

Los cursos de esta línea son:

#### 1. *Introducción a la ingeniería biológica:*

En este curso se introducen los conceptos básicos relacionados con las unidades fundamentales de la vida (células), los tipos de organismos y su funcio-

nalidad para producir metabolitos y derivados útiles a escala laboratorio.

#### 2. *Bioprocesos:*

En este curso se describen las aplicaciones potenciales de los organismos y las técnicas disponibles para la producción y escalamiento de los procesos biológicos.

#### 3. *Bioreactores:*

Este curso pretende que el estudiante esté en capacidad de aplicar los conceptos de transferencia de masa, calor y momento a la optimización de las cinéticas propias de microorganismos, favoreciendo la generación de productos específicos.

#### 4. *Ingeniería de tejidos:*

El estudiante adquirirá las bases para la aplicación de los principios científicos al diseño, construcción, modificación, crecimiento, y mantenimiento de tejidos vivos. Se presentarán dos ramas de desarrollo: (1) Construcción in vitro de tejidos bioartificiales a partir de células aisladas del donante por medio de procesos enzimáticos. (2) Alteración in vivo del crecimiento y la función celular.

## V. ESTRUCTURA ACADÉMICA Y ARTICULACIÓN CON LOS PROGRAMAS DE PREGRADO

La opción está conformada por un bloque de materias obligatorias (9 créditos) y un bloque de materias electivas (6 créditos).

El objetivo de las materias obligatorias es sentar los

fundamentos en Biología, Fisiología, Ciencias de la Ingeniería y Programación. Éstas dependerán de la procedencia del estudiante (formación inicial) y de la línea de la opción. Los posibles cursos del bloque obligatorio son:

- Introducción a la Bioingeniería.
- Introducción a las Ciencias de Ingeniería.
- Biología celular.
- Bioquímica.
- Fisiología médica.
- Introducción a la programación.
- Taller de programación.

El objetivo de las materias electivas es profundizar en las diferentes líneas de la opción descritas en la sección anterior. Los siguientes cuadros ilustran la articulación de la opción con los diferentes programas de pregrado.

## VI. CONCLUSIONES

La Opción en Bioingeniería hace parte de la iniciativa de la Facultad de Ingeniería de buscar una estructura académica más dinámica, abierta a las nuevas tendencias y dirigida hacia una educación multidisciplinaria. En este contexto, la Opción en Bioingeniería, junto con la Maestría en Ciencias Biomédicas, son fundamentales en la consolidación de la interacción entre Ingeniería, Biología y Medicina en la Universidad de los Andes. El objetivo a largo plazo es evolucionar hacia la creación de una formación de pregrado en el área.

### B. Línea de Imágenes Biomédicas

Programa	Ingeniería, Física, Matemáticas	Biología	Medicina
Materias obligatorias	Intr. Bioingeniería	Intr. Bioingeniería	Intr. Ciencias Ing.
	Biología celular	Biología celular	Intr. Programación
	Fisiología Médica	Intr. Ciencias Ing.	Taller de Progr.
Materias electivas	Procesamiento de Imágenes (PR*: Estructuras de Datos)		
	Computación Gráfica (PR*: Estructuras de Datos)		
	Visualización (PR*: Taller de Programación)		

\*PR: Materia prerequisite

### C. Línea de Tecnología Hospitalaria

Programa	Ingeniería, Física, Matemáticas	Biología	Medicina
Materias obligatorias	Intr. Bioingeniería	Intr. Bioingeniería	Intr. Ciencias Ing.
	Biología celular	Fisiología Médica	
	Fisiología Médica	Intr. Ciencias Ing.	
Materias electivas	Imagenología Médica		
	Telemedicina y Sistemas de Información Hospitalaria		
	Equipos Médicos		

### D. Línea de Biomecánica y Biomateriales

Programa	Ingeniería, Física, Matemáticas	Biología	Medicina
Materias obligatorias	Intr. Bioingeniería	Intr. Bioingeniería	Intr. Ciencias Ing.
	Biología celular	Fisiología Médica	
	Fisiología Médica	Intr. Ciencias Ing.	
Materias electivas	Biomecánica		
	Biomateriales		
	Dinámica Cardiovascular		
	Instrumentación Biomédica (PR*: MASD)		

\*PR: Materia prerequisite

### E. Línea de Señales Biomédicas

Programa	Ingeniería, Física, Matemáticas	Biología	Medicina
Materias obligatorias	Intr. Bioingeniería	Intr. Bioingeniería	Intr. Ciencias Ing.
	Biología celular	Fisiología Médica	
	Fisiología Médica	Intr. Ciencias Ing.	
Materias electivas	Redes Neuronales		
	Procesamiento de Señales		
	Instrumentación Biomédica (PR*: MASD)		
	Microsensores		

\*PR: Materia prerequisite

### F. Línea de Biotecnología

Programa	Ingeniería, Física, Matemáticas	Biología	Medicina
Materias obligatorias	Intr. Bioingeniería	Intr. Bioingeniería	Intr. Ciencias Ing.
	Biología celular	Intr. Ciencias Ing.	
	Bioquímica		
Materias electivas	Ingeniería de Bioprocesos (PR*: Análisis químico)		
	Diseño de Bioreactores		
	Introducción a Ingeniería Biológica		

\*PR: Materia prerequisite

## LA INVESTIGACIÓN Y LOS POSGRADOS EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Las actividades de investigación y desarrollo de tecnologías son soporte fundamental para llevar a cabo una formación de pregrados y posgrados de alta calidad<sup>1</sup>. Estas actividades son posibles en un ambiente general que favorezca la producción académica, en el que se que cuente con un recurso o capital humano de alto nivel, con contactos internacionales, con tiempo y apoyo financiero continuado.

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes ha configurado una planta profesoral altamente capacitada y con buena destinación a las actividades académicas. Cuenta con una gran variedad de convenios internacionales que apoyan la formación de los doctorados y la realización de proyectos conjuntos y que facilita el intercambio de información. No obstante, y a pesar de los esfuerzos de la universidad por promover la formación de una cultura de la investigación, por promover las posibles soluciones a algunos problemas nacionales y contribuir a la producción de conocimiento, los resultados de la institución en materia de ciencia y tecnología no son muy acordes con las potencialidades ni con las expectativas del cuerpo profesoral de la facultad.

En este documento se proponen y se discuten algunos elementos para lograr que la universidad y la Facultad de Ingeniería se constituyan en una escuela de posgrado líder a nivel nacional.

En Colombia hay varias universidades que ofrecen pregrados de alta calidad en Ingeniería. Algunas de ellas han incorporado elementos contenidos dentro de las concepciones y propuestas que le dieron origen a nuestra facultad. Innovaciones como una docencia más adecuada a la dinámica de generación del conocimiento, la noción de complementariedad de las diferentes disciplinas y la forma de adquisición del conocimiento, son retos que deberán afrontar todas las facultades de Ingeniería con pregrados y posgrados reconocidos.

Creemos que por sus condiciones la Universidad de los Andes está llamada, además y sobretodo, a formar los profesores de las demás universidades colombianas, labor que en efecto ha venido cumpliendo hasta el momento. La investigación es fundamental para apoyar una formación de alto nivel y de la mejor calidad. "No existe verdadera universidad sin reconocimiento internacional de la investigación."<sup>2</sup>

Los elementos que se consideran fundamentales para crear un ambiente propicio para la investigación y sobre los cuales deberíamos trabajar son los siguientes:

### ESTÍMULOS CLAROS Y REALES PARA EL CUERPO PROFESORAL

El ordenamiento profesoral ha cumplido un importante papel en la mejora de la labor docente, investigativa y en el desarrollo general de los programas de la facultad. Sin embargo se requiere una mayor claridad en la definición de las mezclas deseables

**Roberto Bustamante, Ángela Cadena,  
Alain Gauthier**

**agauthier@uniandes.edu.co**

**Departamento de Ingeniería Eléctrica y  
Electrónica - Universidad de Los Andes**



y posibles en cuanto a la dedicación docente en los programas académicos, las actividades de investigación y de consultoría, la proyección social y las funciones de apoyo institucional. No se puede afirmar que en la universidad haya un ambiente favorable para la producción académica: en ocasiones la productividad en materia de ciencia y tecnología de los profesores se reduce al regresar a la universidad. En la Facultad de Ingeniería existen otras actividades diferentes a la producción de conocimiento que cuentan con mayor apoyo interno o externo o que se realizan con mayor facilidad. O no existe aún una presión lo suficientemente fuerte, o un sinnúmero de actividades que comprometen el tiempo de los profesores impiden que la investigación cuente con la dedicación continuada y sistemática que requiere.

#### FLUJO MAYOR Y CONTINUADO DE RECURSOS FINANCIEROS

Son necesarios los recursos tanto internos como de entidades nacionales e internacionales. Los esfuerzos que se han hecho por consolidar una red de contactos con empresas y egresados que apoyen las actividades de las maestrías de profundización y de las maestrías científicas y doctorados, son buenas señales. Igualmente se reconoce el apoyo a la presentación de propuestas por parte de la facultad y la asignación de recursos para los investigadores jóvenes aprobados por la universidad. Se requiere sin embargo una gestión más efectiva y unificada frente a entidades de orden nacional como COLCIENCIAS,

así como ante entidades internacionales que apoyen el desarrollo de actividades a largo plazo. Aunque a nivel nacional se ha subrayado la importancia de las inversiones en ciencia y tecnología, este reconocimiento no ha sido muy efectivo en la destinación de recursos y vale la pena señalar que tampoco los resultados obtenidos con los escasos recursos asignados a esta actividad han sido muy contundentes.

#### MANTENIMIENTO DE ACTIVIDADES CONJUNTAS A NIVEL INTERNACIONAL

Estas actividades deben ser atractivas para ambas partes. Deben promoverse mecanismos como el año sabático y la realización de pasantías en ambas direcciones y reforzarse los contactos internacionales que han sido fundamentales para la puesta en marcha de los programas de doctorado, para la realización de actividades a nivel de la maestría y para el intercambio de estudiantes. La sostenibilidad de esta estrategia requiere que la universidad y la facultad se constituyan en un socio interesante para la producción académica conjunta.

#### MAYOR VISIBILIDAD A LOS RESULTADOS

Se debe contemplar la mejora de las publicaciones de la facultad. Ésta debería contar con una revista arbitrada nacional y regionalmente, con una serie de cuadernos de investigación y con publicaciones divulgativas. El apoyo a la realización y asistencia a seminarios nacionales e internacionales es fundamental.

<sup>1</sup> No se pone en duda que son también soporte fundamental para el crecimiento económico y desarrollo social de un país, pero esta es una discusión que no se aborda en este documento.

<sup>2</sup> Ministerio de la Educación Nacional, Orientación de investigación, tecnología y formación doctoral, Francia.

#### ORGANIZACIÓN ACORDE Y ADMINISTRACIÓN LEVE

Los diferentes procesos de gestión se están convirtiendo en un distractor importante de otras actividades<sup>3</sup>. Con relación a la investigación, creemos que la mejor manera de estimularla es vía incentivos y no reglamentaciones: garantizando la debida agilidad y levedad por parte del CIFI. Un esquema de organización más acorde a nivel de la facultad debería centrar y armonizar la coordinación de los posgrados y de la investigación. Se propone pensar en una Coordinación a cargo de la Vicedecanatura de Posgrados y activar el Comité de Investigación. Con esto no se pretende instalar un esquema burocrático sino hacer más eficiente y efectiva la coordinación de la investigación de la facultad al responder más ordenadamente a la estructura burocrática que tiene el país.

#### PRODUCTIVIDAD CIENTÍFICA Y COMPETITIVIDAD ACADÉMICA

Para convertir la universidad en una “universidad de posgrados”, es necesario que la institución tenga un mayor compromiso con el aumento de su productividad científica y competitividad académica.

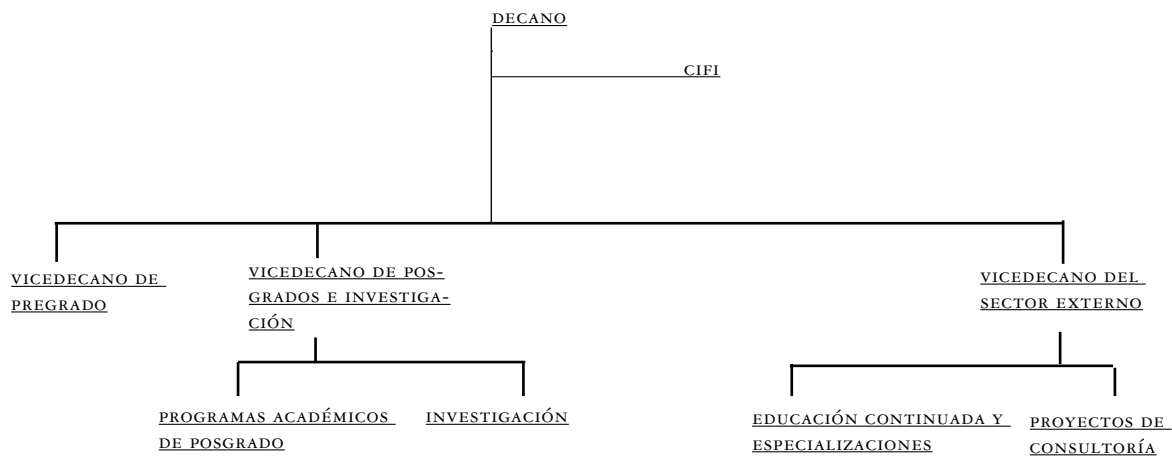
Burton Clark<sup>4</sup> realizó un estudio de cinco universidades europeas (Warwick, Strathclyde, Twenty, Chalmers y Joensuu) con el fin de encontrar los factores que las llevaron a transformarse, según sus términos, ‘de instituciones tradicionales esencialmente formadoras de profesionales, en instituciones

modernas con un desarrollo importante en investigación científica y tecnológica y una actitud práctica innovadora’. Los elementos comunes identificados por Clark son cinco<sup>5</sup>: i) una dirección central que refuerce la autonomía emprendedora (Chalmers), ii) la periferia de desarrollo mejorada que incentive la interacción de las unidades clásicas con centros conectados con el exterior, iii) un portafolio diversificado de financiación y de financiadores, iv) un núcleo académico estimulado que haga posible la conformación de unidades innovadoras, y v) la construcción de una cultura innovadora de trabajo donde sea posible favorecer una voluntad de cambio que a través del tiempo se convierta en una creencia institucional.

Revisando la producción académica de los últimos años en el país se encuentra, como era de esperarse, que las universidades oficiales del orden nacional y departamental cuentan con el mayor número de grupos de investigación y de investigadores activos. En el año 2000 la Universidad de Antioquia tenía 83 grupos de investigación registrados en COLCIENCIAS, la Nacional de Bogotá 72, la del Valle 62, la UIS 43 y la del Cauca 34. Entre las universidades no oficiales, para el mismo año, la de los Andes tenía 55 grupos, la Javeriana 24, la UPB de Medellín 23 y la del Norte 17. En cuanto a la producción académica de estos grupos y el apoyo institucional para su realización, no se encuentra un análisis disponible, aunque se sabe que COLCIENCIAS está elaborando un estudio sobre indicadores de ciencia y

tecnología, que sería bueno consultar para identificar elementos determinantes en el favorecimiento de la investigación en el contexto nacional.

Es importante anotar que una reflexión sobre la renovación de la facultad y de los pregrados debería realizarse en forma conjunta con una definición del rol de los posgrados en la universidad. Si se acepta el reto de convertir la Universidad de los Andes en una universidad de posgrados e investigación, la idea de pregrados más generales y de menor duración sería perfectamente compatible.



<sup>3</sup> Al respecto es importante revisar los resultados del análisis realizado por el grupo de Capital Humano de la facultad.

<sup>4</sup> Burton R. Clark, 2000, *Creando universidades innovadoras*. Estrategias organizacionales para la transformación, Miguel Angel Porrúa, UNAM.

<sup>5</sup> Ver López Segrera, Francisco. El impacto de la globalización y las políticas educativas en los sistemas de educación superior de América Latina y el Caribe. Universidad Politécnica de Valencia. Qualitas Universitaria, Boletín No.2, Febrero de 2002